

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : **2 609 919**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **87 00833**

(51) Int Cl⁴ : B 23 K 37/04, 37/02; H 05 K 3/34.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 22 janvier 1987.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 30 du 29 juillet 1988.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : *Farco S.A., Société Anonyme.* — CH.

(72) Inventeur(s) : Jean-Baptiste Patrice.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : ICB C/O Cabinet Lalanne.

(54) Dispositif pour le soudage d'un composant électrique et procédé mis en œuvre par ce dispositif.

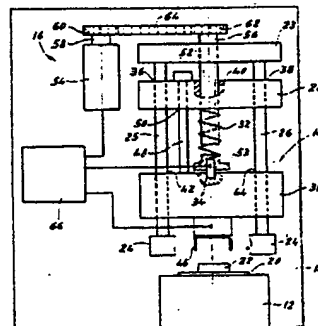
(57) Dispositif pour le soudage d'un composant électrique sur
un ensemble de pistes conductrices.

Ce dispositif comporte un châssis 10, un support 12 destiné
à recevoir un composant 22 et un substrat 20, un équipage
mobile 14 et des moyens de commande 16.

Les moyens de commande 16 comportent un moteur 54 et
une vis 56. L'équipage mobile comporte deux chariots 28, 30.
Le chariot inférieur 30 porte une tête de soudage 46. Le
chariot supérieur 28 coopère avec la vis 56. Les deux chariots
sont couplés par un ressort hélicoïdal 32 et par une tige 48 à
butée 52.

La rotation du moteur 54 commande le déplacement de
l'équipage mobile 14 et la pression appliquée par la tête de
soudage 46 sur les pièces à assembler.

Application au soudage de composants dont la face infé-
rieure du boîtier porte les bornes de sortie.



FR 2 609 919 - A1

Best Available Copy

DISPOSITIF POUR LE SOUDAGE D'UN COMPOSANT ELECTRIQUE
ET PROCEDE MIS EN OEUVRE PAR CE DISPOSITIF

La présente invention a pour objet un dispositif pour le soudage d'un composant électrique sur un ensemble de pistes conductrices. Ce dispositif comporte plus particulièrement un châssis, un support solidaire du châssis et destiné à recevoir et à positionner l'ensemble de pistes conductrices et le composant. Il comporte en outre un équipage portant une tête de soudage, disposé au-dessus du support et monté coulissant sur le châssis, ainsi que des moyens de commande de l'équipage. L'invention concerne également un procédé mis en oeuvre par ce dispositif.

De tels dispositifs sont connus de longue date. Ainsi, la machine vendue par la demanderesse sous la référence F 220 comporte un dispositif de ce type. Sur cette machine, l'équipage portant la tête de soudage est mobile verticalement. Il assure le déplacement de la tête de soudage pour la mettre en contact avec le composant et l'ensemble de pistes conductrices, afin de les souder l'un à l'autre. Le déplacement de cet équipage est réalisé au moyen de pistons commandés pneumatiquement.

L'usage de moyens pneumatiques pour la commande du déplacement de l'équipage a l'avantage d'être simple. Malheureusement, le réglage de la pression de soudage est difficile.

Jusqu'à ce jour, il a été considéré que ce genre de dispositif était mal adapté aux soudages délicats. C'est pourquoi, l'homme du métier renonce à en faire usage lorsque le composant électrique ou le substrat ne permet pas l'application d'une pression élevée. Il fait alors appel à la technique de soudage par fil ou au collage. Ces techniques sont plus lentes et plus coûteuses.

Un but de la présente invention est de réaliser un dispositif permettant d'élargir le champ d'application d'un dispositif tel que défini ci-dessus.

Ce but est atteint grâce aux caractéristiques particulières que présente le dispositif tel que définit par la revendication 1.

Le fait que ce dispositif comporte un moteur codeur, plutôt qu'un piston, permet de connaître à chaque instant la position exacte de la tête de soudage.

L'usage d'une vis pour l'entraînement de l'équipage mobile permet de conserver la précision qu'autorise un moteur de type codeur.

La structure particulière de l'équipage mobile, comportant deux
5 chariots couplés l'un à l'autre par des moyens élastiques, permet de transformer un mouvement linéaire en une pression parfaitement maîtrisée.

Dans tous les cas, cette pression peut être réglée avec une
précision nettement supérieure à ce que permet l'usage de vannes
10 dans des systèmes pneumatiques. Ce réglage nécessite toutefois un étalonnage de l'appareil. De plus, étant donné les tolérances des pièces à assembler, la pression appliquée varie néanmoins dans une certaine mesure.

Un autre but de la présente invention est de permettre l'assem-
15 blage des composants par soudage en appliquant une pression constante, quelles que soient les tolérances des composants à assembler.

Ce but est atteint grâce aux caractéristiques que présente le dispositif de la revendication 2.

Un autre but de la présente invention est de permettre l'assem-
20 blage de composants munis de pistes conductrices déposées directement sur le boîtier. L'assemblage par soudage de tels composants nécessite certaines précautions. Il a en effet été constaté qu'il est souhaitable de maintenir une certaine distance entre le boîtier et le substrat sur lequel il doit être monté. A ce jour, cette
25 distance est obtenue en rapportant des cales sur le substrat ou sur le boîtier.

Ce but est atteint grâce aux caractéristiques particulières que présente le dispositif de la revendication 5. La revendication 6 définit un procédé mis en oeuvre par ce dispositif.

30 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'un mode de réalisation, faite en référence au dessin dans lequel:

- la figure 1 représente schématiquement la structure d'un dispositif selon l'invention;
- 35 - les figures 2 à 5 représentent des parties du dispositif de la figure 1, vues sous différents angles; et
- la figure 6 est un schéma représentant l'évolution de la

position de la tête de soudage, de sa pression et de sa température au cours d'un cycle d'assemblage.

Le dispositif schématiquement représenté à la figure 1 comporte un châssis 10, un support 12, un équipage mobile 14 et des moyens de
5 commande 16 de l'équipage 14.

Le support 12 est solidaire du châssis 10. Il est destiné à recevoir et à positionner un ensemble de pistes conductrices, solidaire d'un substrat, et un composant à fixer sur ce dernier, ceux-ci étant respectivement et schématiquement représentés en 20 et
10 22.

L'équipage 14 est disposé au-dessus du support 12 et monté coulissant sur le châssis. A cet effet, le châssis 10 comporte deux potences 23 et 24 portant chacune par une extrémité deux colonnes 25 et 26 qui s'étendent verticalement de part et d'autre du support 12.

Pour sa part, l'équipage 14 comprend un premier chariot 28, un
15 deuxième chariot 30, des moyens de couplage élastique formés par un ressort hélicoïdal 32 et un capteur de force 34.

Le premier chariot 28 est muni de deux trous 36 et 38 dans lesquels sont respectivement engagées les colonnes 25 et 26, ainsi
20 qu'un trou taraudé 40 dont la fonction sera précisée ci-après.

Le deuxième chariot 30 est aussi muni de trous, référencés 42 et 44, dans lesquels sont respectivement engagées les colonnes 25 et 26. La face inférieure de ce deuxième chariot 30 porte une tête de soudage 46 telle que celle décrite par exemple dans le brevet
25 français no 2496519.

Les chariots 28 et 30 sont reliés l'un à l'autre au moyen d'une tige 48, solidaire du chariot 30 et s'étendant parallèlement aux colonnes 25 et 26. Cette tige traverse un trou 50 que comporte le chariot 28. Elle se termine par une butée 52 réalisée par exemple
30 par un écrou vissé sur un filetage de la tige 48, non représenté au dessin.

Le ressort hélicoïdal 32 prend appui sur la face inférieure du premier chariot 28 et sur une bague 53 intercalée entre la partie inférieure du ressort hélicoïdal 32 et le capteur 34, ce dernier
35 étant fixé à la face supérieure du chariot 30.

Les moyens de commande 16 du dispositif comprennent un moteur 54 de type codeur, c'est-à-dire comportant des moyens pour mesurer sa

rotation, ainsi qu'une vis 56, montée pivotante sur la potence 23 et placée dans le prolongement de l'ensemble formé par le support 12, la tête de soudage 46, le second chariot 30 et le ressort hélicoïdal 32. Cette vis 56 est en outre engagée dans le trou taraudé 40 du premier chariot 28.

Le moteur est muni d'un arbre 58 dont l'extrémité supérieure comporte une poulie 60. L'extrémité supérieure de la vis 56 est également munie d'une poulie, référencée 62. Les deux poulies 60 et 62 sont reliées l'une à l'autre au moyen d'une courroie 64 avantageusement crantée, pour assurer une bonne corrélation entre le mouvement du moteur 54 et la rotation de la vis 56.

Pour commander le déplacement de la tête de soudage 46, le dispositif comporte une boîte de commande électronique 66, qui ne sera pas décrite en détail et est schématiquement représentée. Il faut relever ici que pour mettre en oeuvre un dispositif tel que décrit il est bien évident que non seulement la boîte 66 mais aussi les autres constituants présentent généralement une structure plus complexe.

Ainsi, le support 12 est normalement muni de moyens permettant de déplacer et d'orienter les composants 22 et les substrats 20 sur lesquels ils doivent être fixés. Le support 12 peut aussi être muni de chargeurs assurant l'approvisionnement en composants et substrats à assembler.

L'équipage mobile 14, et plus particulièrement les trous 36 et 38 du chariot 28 et les trous 42 et 44 du chariot 30, sont avantageusement garnis de bagues à billes pour assurer le guidage de ces chariots.

La vis 56 est montée sur un roulement à billes dont la cage est solidaire de la potence 23. Le moteur 54 est à courant continu. Son axe 58 porte une bague à index, qui coopère avec un capteur optique, pour mesurer l'angle de rotation parcouru par le rotor du moteur.

Le boîte de commande 66 comporte un micro-processeur commandant et contrôlant le déroulement des opérations d'assemblage et, plus particulièrement, le positionnement des composants, le chauffage de la tête de soudage, ainsi que son déplacement vertical.

Tous ces perfectionnements sont parfaitement connus de l'homme du métier. De plus, ils ne contribuent qu'indirectement à la

résolution des problèmes posés. C'est pourquoi, ils ne seront pas décrits de façon plus détaillée.

Le dispositif décrit fonctionne de la façon suivante.

Après qu'un substrat 20 et un composant 22 aient été positionnés
5 sur le support 12, l'opérateur, ou le microprocesseur que comporte la boîte 66, envoie un signal de commande sur le moteur 54, provoquant sa rotation. De la sorte, l'arbre 58 qui entraîne la poulie 60, et par elle la courroie 64, ainsi que la vis 56, provoque le déplacement du premier chariot 28 qui coulisse sur les colonnes 25
10 et 26.

Tant que la tête de soudage 46 n'est pas en contact avec les pièces à assembler 20 et 22, les premier et deuxième chariots 28 et 30 restent dans une même position relative, le ressort 32 tendant à les écarter, tandis que la tige 48 et la butée 52 empêchent un
15 écartement supérieur à une valeur limite.

Dès que la tête de soudage 46 entre en contact avec les pièces à assembler 20 et 22, le deuxième chariot 30 est bloqué. Il en résulte que si le moteur 54 continue à être entraîné en rotation, le premier chariot 28 poursuit son mouvement vers le bas, armant le ressort 32
20 en compression. Cette dernière est mesurée par le capteur 34 intercalé entre l'extrémité inférieure du ressort hélicoïdal 32 et le second chariot 30. Ce capteur 34 envoie un signal à la boîte de commande 66 qui calcule la valeur de la pression appliquée.

Dès que la pression à appliquer sur la tête de soudage 46 est
25 atteinte, la boîte de commande 66 interrompt l'alimentation du moteur 54.

Il va de soi que durant la rotation du moteur 54, la boîte de commande 66 a également envoyé un signal pour provoquer l'échauffement de la tête de soudage 46, les moyens pour réaliser cet
30 échauffement n'étant pas représentés et ne seront pas décrits car ils sont parfaitement connus de l'homme du métier.

Lorsque l'opération de soudage à proprement parler est terminée, la boîte de commande 66 envoie au moteur 54 un signal de polarité inverse, ce qui provoque la montée du premier chariot 28. Tout
35 d'abord, celui-ci est seul à se déplacer. La tige 48 d'accouplement des chariots, et plus particulièrement sa butée supérieure 52, entre ensuite en contact avec la face supérieure du premier chariot

28, le ressort hélicoïdal 32 étant pratiquement complètement détendu. Le premier chariot 26 entraîne alors le deuxième chariot 30 et avec lui la tête de soudage 46, de manière que cette dernière dégage l'espace situé au-dessus du support 12.

- 5 Toutes ces opérations peuvent avantageusement être commandées et surveillées par le microprocesseur que comporte la boîte 66. Rien n'empêche toutefois que la commande soit effectuée en tout ou en partie de façon manuelle.

Il va de soi que le cycle de soudage peut être plus complexe.

- 10 Le dispositif décrit ci-dessus permet ainsi le montage simplifié de composants du type comportant un boîtier et des bornes directement portées par ce boîtier. En d'autres termes, ce composant ne comporte pas de pattes.

15 Dans ce genre de montage, le boîtier n'est pas plaqué sur le substrat portant l'ensemble des pistes conductrices. On cherche au contraire à obtenir un espace compris entre 0,05 mm et 1 mm, avantageusement 0,5 mm, entre le boîtier et le substrat. Cet espace facilite notamment l'inspection des soudures, et surtout le nettoyage sous les composants.

- 20 Aujourd'hui, cet espace est obtenu en fixant une cale sur le substrat ou sur le boîtier, ou encore en déposant entre les pistes conductrices et la soudure une couche intermédiaire formant appui.

Dans un cas comme dans l'autre, il est donc nécessaire de préparer spécialement le substrat, ce qui en augmente le prix.

- 25 Grâce au dispositif décrit ci-dessus, il est possible de supprimer ces éléments d'espacement.

Pour mieux comprendre comment cette simplification peut être obtenue, il faut se référer aux figures 2 à 4. Sur ces figures, on peut voir la tête de soudage 46 de façon plus détaillée, le support 30 12, le substrat 20 et le composant 22. Par contre, le châssis 10, le reste de l'équipage 14 et les moyens de commande 16 ne sont pas représentés.

- 35 La tête de soudage 46 comporte des lames 68. Elle porte une buse 70 montée coulissante dans le corps de la tête 46 et maintenue en appui contre une butée 46a de ce corps, par un ressort hélicoïdal 71. La buse 70 est munie d'un trou 72 relié à une source de dépression non représentée au dessin. Elle permet, avant montage, de

maintenir par succion le composant 22 entre les pannes 68. Ainsi qu'on peut le voir sur la figure 2, l'extrémité inférieure des pannes 68 est sensiblement alignée sur la face inférieure du composant 22.

- 5 Le substrat 20 porte des pistes conductrices 74 elles-mêmes recouvertes d'une couche de soudure 76 à leur extrémité destinée à être fixée au composant 22 .

Le composant 22 porte sur sa face inférieure des bornes de sortie 78 qui, juste avant l'assemblage du composant, se trouvent alignées au-dessus des pistes conductrices 74, et plus particulièrement dans la zone comportant la soudure 76.

- Alors que les pannes 68 sont chauffées, le chariot 36 est abaissé jusqu'à ce que le composant 22 prenne appui par ses bornes 78 sur la soudure 76, et que les pannes 68 entrent en contact avec
15 les pistes conductrices 74. Cette situation est illustrée à la figure 3. On peut rotamment y constater que le composant 22 et la buse 70 sont légèrement déplacés vers le haut par rapport à la tête de soudage 46. De la sorte, le ressort 71 est légèrement armé.

- Dans cette position, les pannes 68 chauffent les pistes conductrices 74, ainsi que la soudure 76, jusqu'à une température dépassant le point de fusion de cette dernière. La soudure 76 est donc liquide et peut s'allier avec les bornes 78 que comporte le composant 22.

- L'opération suivante est représentée sur la figure 4. Elle
25 consiste à soulever la tête de soudage 46, tout en continuant de chauffer les pannes 68. De la sorte, la soudure 76 reste à l'état liquide, tandis que le composant 22 est éloigné du substrat 20. Ce déplacement vertical est de l'ordre de 0,5 mm.

- Pour réaliser cette opération, la boîte de commande 66 donne
30 l'ordre au moteur 54 de monter l'équipage mobile 14 représenté sur la figure 1, tout en surveillant l'évolution de la pression mesurée par le capteur 34. Lorsque l'équipage mobile 14 a atteint une position dans laquelle cette pression ne varie plus, cela signifie que les ressorts 32 et 71 sont à leur extension maximum. Dans cette
35 position, le composant 22 est encore en appui sur le substrat 20, mais le plus léger déplacement de l'équipage mobile 14 vers le haut a tendance à l'en écarter. De cette position, la boîte de commande

66 donne au moteur 54 l'ordre de soulever l'équipage mobile de 0,5 mm environ, entraînant avec lui le composant 22.

Durant ce mouvement, les pannes 68 sont encore chauffées et la soudure 76 reste fluide. Cette dernière s'étire par capillarité pour
5 former des colonnes, ainsi qu'on peut le voir sur cette figure 4.

Dans cette position, l'alimentation des pannes est supprimée, de sorte qu'elles se refroidissent rapidement. La soudure 76 se solidifie alors.

Dès que cette solidification est obtenue, la dépression dans le
10 trou 72 est supprimée, et l'équipage 14 est entraîné vers le haut par le moteur 54. On obtient alors l'ensemble représenté à la figure 5, dans lequel le composant 22 est relié au substrat 20 par l'intermédiaire de colonnes que forme la soudure 76.

Les essais effectués ont montré que cette soudure donnait
15 entière satisfaction. De plus, le temps nécessaire pour effectuer cette opération est relativement bref, et permet d'éviter des opérations de préparation du substrat.

Afin de mieux expliquer la corrélation entre déplacement, force et température, la figure 6 représente un diagramme dont la partie a
20 se rapporte au déplacement de la tête de soudage, la partie b à la force appliquée sur la tête de soudage et la partie c à la température des pannes.

Un cycle complet de soudage comporte six périodes bien distinctes. La première de ces périodes, comprise entre les temps t_0 et t_1 ,
25 permet de venir placer le composant sur son substrat. Ainsi qu'on peut le voir en a sur la figure 6, le déplacement de l'équipage 14 comporte une phase d'approche à grande vitesse, puis une phase de mise en place à vitesse réduite, de manière que le composant 22 et les pannes 68 entrent délicatement en contact avec le substrat 20.
30 Durant cette période, il est bien évident que la force appliquée est nulle, du fait que l'extrémité de la tête de soudage est libre. Durant cette période également, les pannes sont chauffées de manière à dépasser la température de fusion de la soudure, soit une température de l'ordre de 250°C à 300°C.

35 La deuxième période, qui s'étend des temps t_1 à t_2 , permet la fusion de la soudure. La tête de soudage est immobile, tandis que la force qu'elle applique sur le substrat 20 est progressivement

augmentée, pour atteindre une valeur pouvant dépasser 100N. Pendant ce temps également, la température des pannes est maintenue constante. Le fait d'appliquer une force sur la tête de soudage garantit un bon contact entre les pannes 68 et chacune des pistes conductrices 5 74 que porte le substrat 20. La fusion de la soudure 76 est ainsi réalisée de manière rapide et sûre.

Durant la troisième période, comprise entre les temps t_2 et t_3 , la boîte 66 commande la rotation inverse du moteur 54. Ce dernier entraîne le chariot 28. La force appliquée est progressivement 10 réduite, jusqu'à atteindre une valeur minimum correspondant à l'armage du ressort 32 lorsque la butée 52 est en appui.

La quatrième période s'étend du temps t_3 au temps t_4 . Durant cette période, le moteur 54 continue à entraîner l'équipage mobile 14, mais à faible vitesse, jusqu'à écarter de 0,5 mm le composant 20 15 du substrat 22. La température des pannes est maintenue à une valeur dépassant la température de fusion de la soudure. Cette dernière est toujours à l'état liquide. A cause de sa fluidité et de sa mouillabilité, elle forme des colonnes qui relient les pistes conductrices 74 du substrat 20 aux bornes 78 du composant 22.

Durant la cinquième période qui s'étend du temps t_4 au temps t_5 , la tête de soudage est immobile, la force appliquée nulle, tandis que le chauffage des pannes est supprimé. La température de la soudure s'abaisse alors, jusqu'à descendre en-dessous de sa température de fusion. Il en résulte qu'à la fin de cette période, la 25 soudure s'est solidifiée, ce qui signifie que le composant est soudé sur son substrat.

Après le temps t_5 , jusqu'au temps t_6 , ce qui correspond à la sixième période du cycle de soudage, la dépression dans la buse est supprimée de manière que le composant puisse être séparé de la tête 30 de soudage. L'équipage 14 est soulevé à grande vitesse, pour l'amener à son point de départ. Pendant ce temps, le substrat 20 et son composant 22 sont séparés du support 12 et remplacés par un nouveau substrat, tandis qu'un composant est chargé sur la tête de soudage. Un nouveau cycle peut alors débuter.

35 Il va de soi que les valeurs numériques données ci-dessus à titre d'exemple ne sont nullement limitatives. Ainsi la pression,

qui peut varier entre 5 et 300 N par exemple, est choisie en fonction du nombre de pattes que comporte le composant à souder, mais aussi de la fragilité du substrat. La température de chauffage des pannes est adaptée au type de soudure utilisé.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif pour le soudage d'un composant électrique (22) sur un ensemble de pistes conductrices (20), comportant un châssis (10), un support (12) solidaire dudit châssis et destiné à recevoir et à positionner ledit ensemble (20) et ledit composant (22), un
5 équipage (14) portant une tête de soudage (46), disposé au-dessus du support (12) et monté coulissant sur le châssis (10) et mobile selon un axe passant par ledit support, et des moyens de commande dudit équipage (16), caractérisé en ce que lesdits moyens de commande comportent:
- 10 - un moteur codeur (54);
 - une vis (56) entraînée en rotation par ledit moteur et coopérant avec ledit équipage pour le faire coulisser;
et en ce que ce dernier comporte:
- un premier chariot (28) monté coulissant sur ledit châssis
15 et comportant des moyens (40) pour coopérer avec ladite vis, de manière qu'un mouvement de rotation de la vis induise un déplacement linéaire dudit chariot,
 - un deuxième chariot (30) monté coulissant sur ledit châssis et portant ladite tête de soudage (46), et
- 20 - des moyens élastiques (32) pour coupler élastiquement lesdits premier et deuxième chariots.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un capteur de force (34) intercalé entre lesdits moyens élastiques et l'un desdits chariots, pour mesurer la force
25 appliquée par lesdits moyens de commande sur ladite tête de soudage.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lesdits moyens élastiques comportent un ressort hélicoïdal (32) coaxial à ladite vis.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,
30 caractérisé en ce que ledit équipage comporte en outre des moyens de solidarisation (48, 52) pour solidariser lesdits premier et second chariots, agencés de manière à limiter l'écartement relatif desdits chariots.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,
35 caractérisé en ce que ladite tête comporte une buse reliée à une

pompe à vide et destinée à tenir ledit composant.

6. Procédé mis en oeuvre au moyen du dispositif de la revendication 5, pour assembler par soudure un composant comprenant un boîtier muni d'une face inférieure portant des bornes de connexion et d'une face supérieure, sur un ensemble de pistes conductrices muni d'extrémités à raison d'une extrémité par borne et caractérisé en ce que, durant le temps où la soudure est en fusion, ledit composant est écarté puis maintenu à une distance telle que la soudure reste attachée par capillarité à la fois auxdites bornes et auxdites extrémités, au moyen de ladite buse appliquée sur ladite face supérieure.

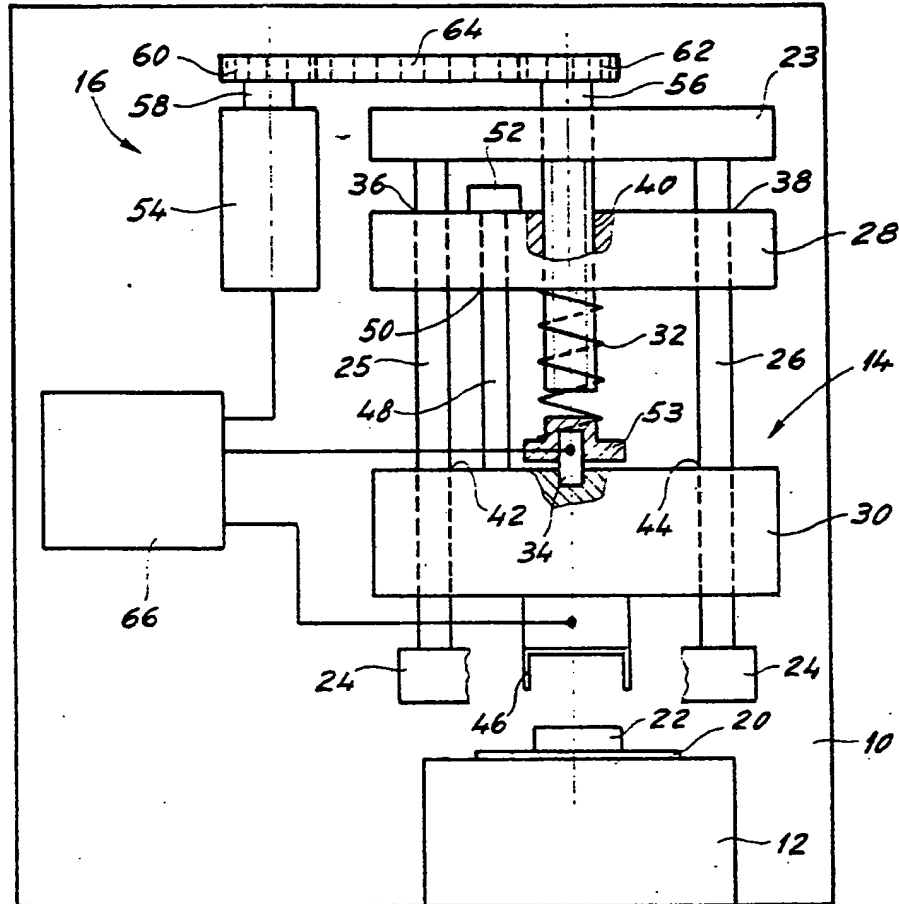


Fig. 1

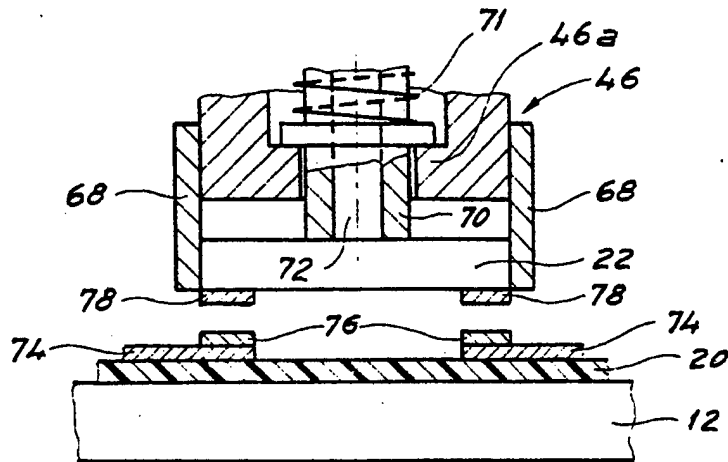


Fig. 2

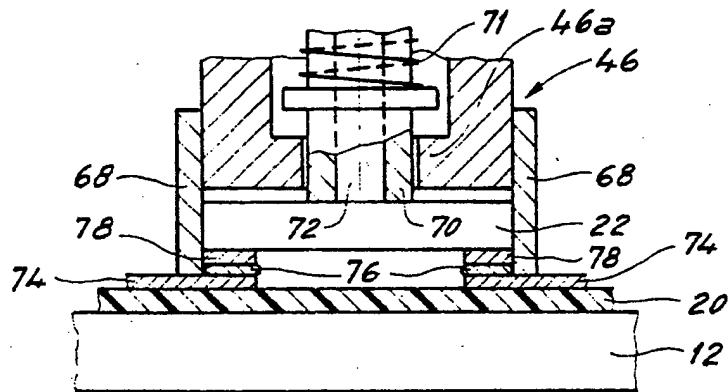


Fig. 3

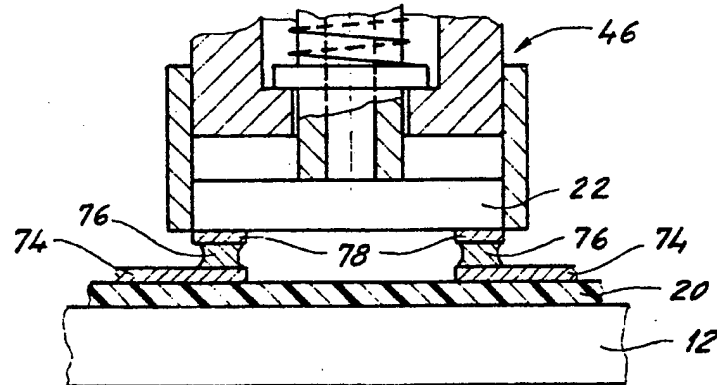


Fig. 4

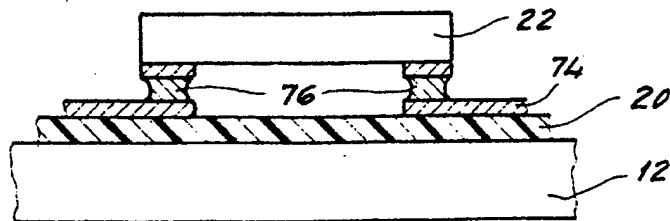


Fig. 5

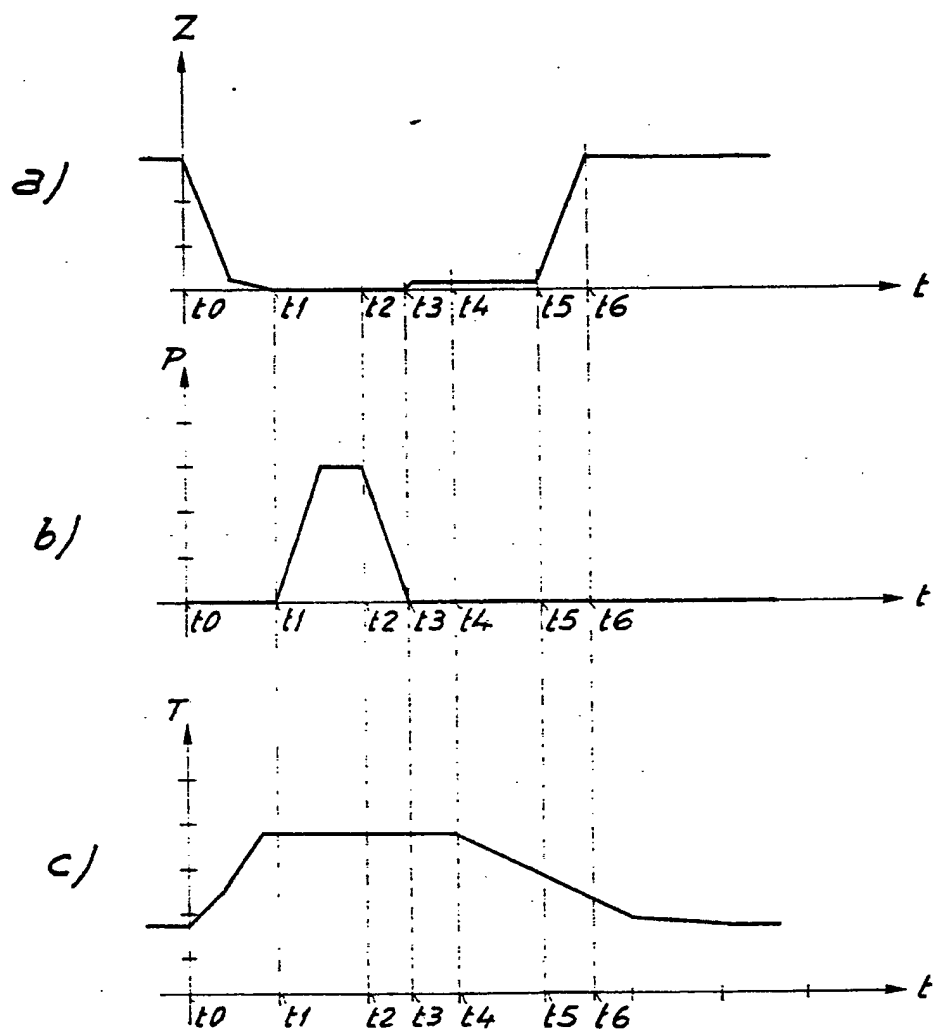


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.